

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-227716

(43)公開日 平成5年(1993)9月3日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 2 K 23/58
3/28

識別記号

Z 6821-5H
N 7346-5H

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-79391

(22)出願日 平成4年(1992)2月17日

(71)出願人 000132507

株式会社セコー技研

東京都渋谷区神宮前 6 丁目31番21号 アネ
ックス604

(72)発明者 伴 五紀

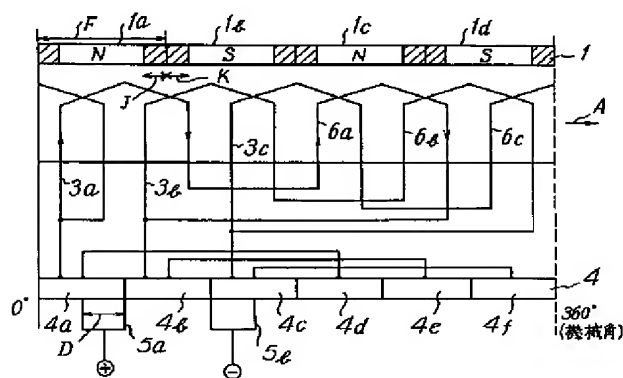
東京都練馬区東大泉 3 丁目50番18号

(54)【発明の名称】 3相整流子電動機

(57)【要約】

【目的】 出力トルクが大きく、効率が良好な3相の整流子電動機を得ることが目的である。

【構成】 カップ型若しくは円板型のコアレスの回転電機子を有する3相整流子直流電動機において、電機子コイルは2層若しくは単層に配設され、刷子の回転方向の中を整流子片の中の1/2より少し小さい巾のものとし、電機子コイルをデルタ結線とすることにより、電機子コイルの通電角を電気角でほぼ120度とし、又対応して界磁マグネットのN、S磁極の中もほぼ同じ角度として等しいピッチで配設された構成となっている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】円環状若しくはカップ状にプラスチック成型により3相の電機子コイルを埋設したコアレス回転電機子と固定界磁マグネットを有し、整流子とこれに摺接する直流電源より供电される刷子により電機子コイルに通電して駆動される3相の整流子電動機において、磁束が電機子コイルを貫挿するように円周面に等しいピッチで配設されるとともに円周方向のトルクに有効なN、S磁極の中が電気角でほぼ120度とされた4n個（nは1以上の正整数）のN、S磁極よりなる固定界磁マグネットと、円周方向のトルクに有効なコイル部の開角が電気角でほぼ180度で、円周面にそって等しいピッチで配設された偏平に捲回された第1群の3n個の電機子コイルならびに同じ構成で第1群の電機子コイルよりそれぞれ電気角で位相が120度移動した位置において第1群の電機子コイルと重畳して2層に配設された第2群の電機子コイルと、電機子の回転軸と同軸で同期回転するとともに外周部に6n個の整流片を有する整流子と、第1、第2、第3の相の電機子コイルと各整流片とのデルタ結線を行なって各電機子コイルの通電制御をする手段と、整流子片の中の1/2より小さくほぼ1/2の中

の摺接巾を有し、整流子片の中の1/2の奇数倍だけ離間して整流子片に摺接する第1、第2の刷子と、第1、第2の刷子に直流電源正負極よりそれぞれ供电して、電機子コイルの通電角が対向する界磁マグネットの磁極の中央部の電気角でほぼ120度となるように刷子と整流子片と電機子コイルの相対位置を調整固定する手段とより構成されたことを特徴とする3相整流子電動機。

【請求項2】円環状若しくははカップ状にプラスチック成型により3相の電機子コイルを埋設したコアレス回転電機子と固定界磁マグネットを有し、整流子とこれに摺接する直流電源より供給される刷子により電機子コイルに通電して駆動される3相の整流子電動機において、磁束が電機子コイルを貫挿するように円周面に等しいピッチで配設されるとともに円周方向のトルクに有効なN、S磁極の中が電気角でほぼ120度とされた4n個（nは1以上の正整数）のN、S磁極よりなる固定界磁マグネットと、円周方向のトルクに有効なコイル部の開角が電気角でほぼ180度で、円周面にそって等しいピッチで重畳することなく配設された偏平に捲回された3n個の電機子コイルと、電機子の回転軸と同軸で同期回転するとともに外周部に6n個の整流子片を有する整流子と、第1、第2、第3の相の電機子コイルと各整流片とのデルタ結線を行なって各電機子コイルの通電制御をする手段と、整流子片の中の1/2より小さくほぼ1/2の中

と整流子片と電機子コイルの相対位置を固定する手段とより構成されたことを特徴とする3相整流子電動機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】圧較的出力が大きい30ワット位以上の整流子電動機として利用される。電動ファン、電気自転車等の動力源として利用される。

【従来の技術】円板状若しくはカップ状の回転電機子を有する整流子を備えた直流電動機は周知である。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】第1の課題 電機子コイルの通電区間が電気角で120度となるY型結線の場合には効率が良好となる長所があるが、反面に電機子コイルの通電が断たれたときに、蓄積磁気エネルギーの放電により整流子と刷子の耐用時間をみじかくする欠点が発生する。整流子と刷子が回転中に振動等の為に短時間離間した場合にも火花が発生して同じ欠点が発生する。第2の課題 電機子コイルの結線をデルタ接続とすると、各電機子コイルは互いに両端が接続されて閉回路となっているので、電機子コイルの磁気エネルギーは互いに自由に移動でき、従って、整流子と刷子間の火花放電は少なく耐用時間が大きくなる長所がある。しかし通電区間は電気角で180度となるので、電機子コイルの通電の初期と末期でトルクが小さく銅損を増加し、又通電が断たれたときの磁気エネルギーの放電により反トルクが発生する。従って効率を劣化する欠点がある。上述した通電角が180度の構成では、整流子片の中に対して刷子の摺接巾（整流子の回転方向の中）が著しく小さくなっている。本発明装置のように、通電電流を大きくする為に刷子の摺接巾を大きくすると、隣接する整流子片が刷子により短絡されてている区間で1個の電機子コイルの両端が短絡されることになるので、発電電圧により短絡電流が流れて大きい反トルクが発生する。従って効率とトルクを劣化せしめる問題点がある。

【0003】

【課題を解決するための手段】第1の手段 円環状若しくはカップ状にプラスチック成型により3相の電機子コイルを埋設したコアレス回転電機子と固定界磁マグネットを有し、整流子とこれに摺接する直流電源より供电される刷子により電機子コイルに通電して駆動される3相の整流子電動機において、磁束が電機子コイルを貫挿するように円周面に等しいピッチで配設されるとともに円周方向のトルクに有効なN、S磁極の中が電気角でほぼ120度とされた4n個（nは1以上の正整数）のN、S磁極よりなる固定界磁マグネットと、円周方向のトルクに有効なコイル部の開角が電気角でほぼ180度で、円周面にそって等しいピッチで配設された偏平に捲回された第1群の3n個の電機子コイルならびに同じ構成で第1群の電機子コイルよりそれぞれ電気角で位相が120度移動した位置において第1群の電機子コイルと重畳

して2層に配設された第2群の電機子コイルと、電機子の回転軸と同軸で同期回転するとともに外周部に6n個の整流片を有する整流子と、第1、第2、第3の相の電機子コイルと各整流片とのデルタ結線を行なって各電機子コイルの通電制御をする手段と、整流子片の中の1/2より小さくほぼ1/2の中の摺接巾を有し、整流子片の中の1/2の奇数倍だけ離間して整流子片に摺接する第1、第2の刷子と、第1、第2の刷子に直流電源正負極よりそれぞれ供電して、電機子コイルの通電角が対向する界磁マグネットの磁極の中央部の電気角でほぼ120度となるように刷子と整流子片と電機子コイルの相対位置を調整固定する手段とより構成されたものである。第2の手段 円環状若しくははカップ状にプラスチック成型により3相の電機子コイルを埋設したコアレス回転電機子と固定界磁マグネットを有し、整流子とこれに摺接する直流電源より供給される刷子により電機子コイルに通電して駆動される3相の整流子電動機において、磁束が電機子コイルを貫挿するように円周面に等しいピッチで配設されるとともに円周方向のトルクに有効なN、S磁極の中が電気角でほぼ120度とされた4n個（nは1以上の正整数）のN、S磁極よりなる固定界磁マグネットと、円周方向のトルクに有効なコイル部の開角が電気角でほぼ180度で、円周面にそって等しいピッチで重畳することなく配設された偏平に捲回された3n個の電機子コイルと、電機子の回転軸と同軸で同期回転するとともに外周部に6n個の整流子片を有する整流子と、第1、第2、第3の相の電機子コイルと各整流片とのデルタ結線を行なって各電機子コイルの通電制御をする手段と、整流子片の中の1/2より小さくほぼ1/2の中の中の摺接巾を有し、整流子片の中の1/2の奇数倍だけ離間して整流子片に摺接する第1、第2の刷子と、第1、第2の刷子に直流電源正負極よりそれぞれ供電して、電機子コイルの通電角が対向する界磁マグネットの磁極の中央部の電気角でほぼ120度となるように刷子と整流子片と電機子コイルの相対位置を固定する手段とより構成されたものである。

【0004】

【作用】本発明装置は、電機子コイルがデルタ接続された3相の整流子直流電動機となっているので第1の課題を解決する作用がある。整流子に摺接する刷子の摺接巾が整流子片の中の1/2より小さくほぼ等しくされているので、電機子コイルの両端を刷子が短絡する区間が電気角で60度となり、従って電機子コイルの通電区間が電気角でほぼ120度となる。この通電区間を最大トルクの発生する区間となるように電機子コイルと整流子片と刷子の相対位置を調整固定することにより効率と出力トルクを増大させる作用がある。界磁磁極のN、S磁極の中が電気角でほぼ120度とされ等しいピッチで配設されているので、刷子が隣接する整流子片を短絡している区間で電機子コイルも短絡されるが、この区間では界

磁束がないので発電電圧がなく、従って反トルクの発生が防止される。従って出力が30ワット以上の場合に効率が90%以上となり、出力トルクも大きくなり第2の課題を解決する作用がある。

【0005】

【実施例】次に図1以降について本発明の詳細を実施例について説明する。以降の角度表示はすべて電気角とする。図1は整流子と刷子を有するコアレス3相直流電動機の界磁マグネットと電機子コイルの展開図である。界磁マグネット1は固定され、N、S磁極は4個で、記号1a、1b、…として示される。矢印Fは180度で斜線部にはマグネットはない。斜線部の中矢印JとKの中はそれぞれ30度となっている。従って磁束のある部分の中は120度である。電機子コイルのトルクに有効なコイル部の中は180度で、電機子コイル3a、3b、…の位相差は120度である。電機子コイルの同相のものは直列に接続されているが、並列接続でもよい。第1の相の電機子コイル3a、6aと第2の相の電機子コイル3b、6bと第3の相の電機子コイル3c、6cはデルタ接続となっている。図4は上述した電機子コイルを円板状に配設した平面図である。図4において、各電機子コイルは扇形で偏平に捲回され、上層には電機子コイル3a、3c、6bが配設され、下層には電機子コイル3b、6a、6cが配設されて、プラスチック成型により回転電機子8が円板状に構成される。回転電機子8の中央には回転軸12が埋設固定され、回転軸12と同期回転する整流子4が固定される。各電機子コイルは回転電機子8内に埋設されているものであるが、電機子コイルの配設を明らかにする為に露出して図示されている。上述した上下2層に電機子コイルを分割することにより、電機子8を偏平に構成できる特徴がある。回転電機子8の側面には界磁マグネット1が固定され、反対側の側面には磁路となる軟鋼板（外筐を兼ねる）が固定される。整流子4は図1に同じ記号で示され、120度の中の整流子片4a、4b、…で構成される。

【0006】カップ状の回転電機子の場合を図5、図6について次に説明する。図5は断面図で、円筒面に電機子コイルを埋設した回転電機子7と整流子4の中央部が回転軸12に固定され、回転軸12は図示しない軸受により回転自在に支持される。電機子7の内側は円柱状の界磁マグネット（図1の記号1で示すもの）が固定され、その磁極面が電機子7の円筒内側面と対向し、外側面には外筐を兼ねた軟鋼円筒が磁路となっている。電機子7の円筒面にプラスチック成型により、回転軸1とともに埋設された電機子コイルの展開図が図6に示される。図6において、電機子コイル3a、3b、3c、6a、6b、6cの配設は図1の同じ記号の電機子コイルと同じ配設となっている。電機子コイル3a、3c、6bは上層に、電機子コイル3b、6a、6cは下層に配設されて上下2層となって円筒状にプラスチックに埋設

されているので、円筒の厚さを最少とすることができる。従って貫挿する界磁磁束を大きくできる効果がある。電機子コイルは整列巻きされ、偏平に又その巾が60度より小さくされているので、コイルの線積率が最大となり、銅損を最も小さくなるので出力トルクと効率を最大とする効果がある。電機子コイルを上下2層に重ねて構成する為には、界磁マグネット1の磁極数が4極、8極、…の場合のみで、一般的な表現をすると磁極数は4n個（nは1以上の正整数）となり、電機子コイルの数は6n個で3n個づつ第1群と第2群の電機子コイルに分かれて上下の層に配設されることが本発明の技術の1つの特徴となっている。上述したことは図4の回転電機子についても全く同様である。

【0007】図10は、図5のカップ状の回転電機子7の内側に固定されている界磁マグネットを示すものである。図10において、磁路となる軟鋼円筒17の端面は外筐に固定され、その中心部の空孔17aと回転軸12との間にはボール軸受が設けられて図5の回転軸12を回転自在に支持している。軟鋼円筒17の外周には界磁マグネットのN、S磁極が図示のように添着され、N、S磁極1a、1b、…の円周方向の巾は120度で互いに60度離間している。点数間の角度は機械角で90度である。後述するように、N、S磁極間の60度の区間を電機子コイルが通過するときに誘導起電力が発生しないように、磁界を消滅せしめる手段を採用しているもので、反トルクの発生が防止されている。同じ目的を達するものであれば他の手段でもよい。

【0008】図11は後述する図7の回転電機子の場合の界磁マグネットを示すものである。図7の回転電機子の側面に図11の軟鋼円板14aが並置され外筐を兼ねて固定され、軟鋼円板14aの中央空孔14にはボール軸受外輪が固定され、内輪には、図7の回転軸12が回転自在に支持される。界磁マグネットのN、S磁極1a、1b、…の円周方向の巾は120度で、互いに60度離間して軟鋼円板14a上に貼着される。点線間の角度は機械角で45度である。図4の回転電機子の場合にはN、S磁極は4個となり、各磁極巾は120度で互いに60度離間した同様な構成のものが使用される。

【0009】図1において、電機子コイル3a、3b、3c、6a、6b、6cと整流子片4a、4b、…は図示のように接続される。各電機子コイルと整流子4は矢印A方向に同期回転する。刷子5a、5bは直流電源正負端子より供電されて整流子4に摺接し、刷子5a、5bの巾は整流子片の巾の1/2より少し小さくされている。図3に電機子コイルをY接続した場合とデルタ接続した場合の回路図が示されている。整流子片は4a、4b、4cの3個のみが示され、上側がY接続、下側がデルタ接続となっている。刷子5a、5bの離間角は整流子片の巾の1/2の奇数倍となっている。Y接続の場合には、矢印A方向に整流子4が回転したときに、第1、

第2、第3の相の電機子コイル3a、6a、…は順次に通電が断たれ、このときに蓄積磁気エネルギーが整流子片と刷子間を火花放電により放電される。又刷子と整流子片が摺接中に離間されたときにも同じく火花放電が発生する。従って、整流子と刷子の耐用時間がみじかくなり、実用性が失われる不都合がある。出力が30ワット以上の電動機の場合には、蓄積磁気エネルギーが大きいので欠点が助長される。

【0010】本発明装置はデルタ結線（下側の電機子コイル）となっているので上述した欠点が除去され、しかも効率が上昇する特徴がある。次にその説明をする。図3において、整流子片は3個のみ（4a、4b、4c）が示されている。整流子4が図示の位置より矢印A方向に60度回転する区間において、電機子コイル3a、6aは矢印方向に通電され、電機子コイル3b、6bは刷子5bにより短絡され、電機子コイル3c、6cは矢印方向に通電される。次の60度の回転の区間では、電機子コイル3a、6aは矢印方向に通電され、電機子コイル3b、6bは矢印方向に通電され、電機子コイル3c、6cは刷子5aにより短絡される。次の60度の回転の区間では、電機子コイル3a、6aは刷子5bにより短絡され、電機子コイル3b、6bは矢印方向に、又電機子コイル3c、6cは矢印と反対方向に通電される。次の60度の回転の区間では、電機子コイル3a、6aは矢印と反対方向に通電され、電機子コイル3b、6bは刷子5aにより短絡され、電機子コイル3c、6cは矢印と反対方向に通電される。上述した通電モードにより電機子コイル3a、6aは120度づつ往復して通電され、正逆方向の120度の通電区間の中間において60度の区間だけ短絡される。他の2組の第1、第2の相の電機子コイルも同様な通電と短絡が繰返される。第1、第2、第3の相の3組の電機子コイルの通電の位相差は120度となり、正方向の通電は120度づつ連続し、逆方向の通電も120度で連続される。上述した通電により出力トルクが得られる。各電機子コイルの120度の通電区間は、図1のN、S磁極の磁界下にあるとき通電されるように整流子4と刷子5a、5bの相対位置が調整される。

【0011】各電機子コイルが刷子5a、5bにより短絡される60度の区間は図1の矢印J、Kで示される斜線部の区間となる。周知の3相の電動機のように斜線部にまで磁極があると、短絡電機子コイルに誘導電流が流れて反トルクを発生して出力トルクを減少し、又効率を劣化せしめる。高速度となると、誘導電流も比例して増大するので上述した欠点が助長される。本発明装置では斜線部には磁界がないのでかかる欠点が除去される作用効果がある。電機子コイルのトルクに有効な部分の巻線の回転方向の巾を小さくすると対応して斜線部の巾も小さくすることができる。又刷子5a、5bの矢印Dの巾を60度より小さくすることにより斜線部の巾を小さく

することができる。上述した調整は、効率を良好とするように電動機的设计時に実測値により行なうことがよい。通電角が120度位なので、通電が断たれたときに、電機子コイルの蓄積磁気エネルギーの放電による反トルク発生が防止できる。

【0012】本発明装置では上述したように欠点が除去され、刷子の中を整流子片の中の1/2より小さくほぼ等しい中となっているので、大きい電機子電流の通電を行なうことができる特徴がある。電機子コイルがデルタ結線となっているので、刷子と整流子片が摺接中に離間したときに、電機子コイルの蓄積磁気エネルギーは各電機子コイルの閉回路を介して放電して放電される。従って火花の発生が減少し耐用時間が増大する周知の効果も保存される。図2の展開図に示される実施例は、上述した作用効果を有するとともに、回転電機子に配設される電機子コイルを単層としてその厚さを減少して電機子コイルを貫挿する磁束を増大せしめる特徴を有するものである。

【0013】図2において、界磁マグネット1は固定され、120度の中N、S磁極1a、1b、…8個で構成される。斜線部の中は60度で空隙部となり、矢印Fの中は180度である。電機子コイル2a、2g（点線）、2bはそれぞれ第1、第2、第3の相の電機子コイルとなるが、本発明装置では、電機子コイル2gは右方の同相の電機子コイル2cで示す位置に移動されている。電機子コイル2d、2e、2fについても上述した事情は全く同様である。従って電機子コイル2a、2dは第1の相の電機子コイルとなり、電機子コイル2c、2f及び電機子コイル2b、2eはそれぞれ第2、第3の相の電機子コイルとなる。第1、第2、第3の相の電機子コイル2個は直列接続されているが並列でもよい。整流子4は12個の整流子片により構成され、刷子5a、5bが摺接し図示の直流電流正負極端子より供電されている。整流子片は記号4a、4b、…として示されている。

【0014】電機子コイルはデルタ結線とされ、刷子5a、5bは整流子片の中の1/2の奇数倍だけ離間している。電機子コイルと整流子4は矢印A方向に同期回転する。電機子コイルのトルクに有効なコイル部の中は180度でそれぞれ60度離間している。図8は上述した電動機の断面図である。図8において、軟鋼製の円板状の外筐14aの中心部の空孔にはボール軸受13aが嵌入され、回転軸12が回転自在に支持される。外筐14aの裏面には円環状のマグネット1（記号1a、1eは磁極を示す）が貼着される。外筐14a、14bの中央部に設けたボール軸受13a、13bには回転軸12が回転自在に支持される。矢印M方向よりみた界磁マグネット1は図11につき前述したものである。外筐14a、14bの外周部は図示のように締着される。

【0015】回転軸12には、回転子15の中央部が固

着される。回転子15は回転電機子となるもので、その中央部には整流子4が設けられ、整流子4は回転子15と同期回転し、点線で示す刷子5a、5bは刷子保持具に支持され、整流子面に摺接する。図9は、回転子15を矢印G方向よりみた図である。回転子15は円板状で図7につき後述する電機子コイルを埋設して、プラスチック材により成型して作られる。中央部15aは突出され、この部分に整流子4の下縁を含んで回転軸12が埋設固定される。外周部も上方に突出される。突出部16は円板状の回転電機子15を補強するとともに、図7につき後述するように、電機子コイルの外周折曲部が埋設される。

【0016】図7において、電機子コイル2a、2b、…は同じ形状の扇型のもので、整列巻きされ巻線の占める空間が最大となり、形状も同一の形状となっている。巻線端子は省略して図示していないが、所要の結線が行なわれて整流子4との接続が行なわれている。点線2a-2、2b-2、…は外側部の巻線を示しているが、この部分はトルクに無関係なので、上方に折曲され、折曲部が記号2a-1、2b-1として示されている。他の電機子コイルについても上述した事情は全く同様である。トルクに有効な径方向のコイル部の挟角（矢印H）は180度より大きくされ、本実施例では（180+60）度となっている。従来の手段によると電機子コイルのトルクに有効なコイル部分は径方向（点線B、Cの方向）となっている。かかる手段によると、電機子コイルは点線2c-3で示すものとなり、コイルの中は矢印Fの中となり、本実施例の手段によるとコイルの中は矢印Eの中となり、巻線数はほぼ2倍となる。従って、銅損を少なくし、又出力トルクを増大する作用効果がある。又各電機子コイルの外側面は隣接しているので、電機子コイルの配設が容易となる。出力トルクを大きく必要としない場合には、電機子コイルのトルクに有効な導体コイル部の中を180度としても本発明を実施できる。

【0017】各電機子コイルを図示のように金型上に配設して、整流子4の下縁とともにプラスチック成型することにより、図9の形状の回転電機子を得ることができる。図9の外側突出部16には、電機子コイル外側の折曲部2a-1、2a-2、…が埋設されるものである。一般の重ね巻き（5相程度）として円板状に成型した回転子も市場にあるが、重ね巻きの文字の通り、電機子コイルの外周部が重畳して、回転電機子の軸方向の厚さが増大する。従って磁極と対向する外筐14b間の空隙長を増大して磁界を弱くするので出力トルクの減少若しくは銅損を増大する不都合がある。又成型時に電機子コイルを所定の位置とするのに手数を要し量産に問題点がある。本発明の手段によるとかかる欠点がすべて除去される特徴がある。図2に示すように刷子5a、5bの中を整流子片4a、4b、…の中を1/2より少し小さくして、電機子コイルをデルタ結線とした作用効果は前実施

例と同様なので説明を省略する。本実施例の界磁マグネットの磁極数と電機子コイルの数を増減しても本発明を実施できる。一般的な表現をすると、磁極数が $4n$ 個(n は1以上の正整数)とし、 $3n$ 個の電機子コイルとすることにより実施することができる。

【0018】

【発明の効果】第1の効果 整流子片と刷子間の火花放電を防止し耐用時間を大きくすることができる。第2の効果 電機子コイルの通電角がほぼ 120° 度となり、磁極の中もほぼ 120° 度となっているので効率と出力トルクを増大することができる。第3の効果 電機子コイルを2層若しくは単層に配設して回転電機子を構成できるので、量産性があり又貫挿する磁界を強くすることができる。第4の効果 刷子の摺接巾が大きく、大きい電機子電流を通電できるので、出力が30ワット位以上の偏平型若しくはカップ型の電動機に有効な手段となる。

【0019】

【図面の簡単な説明】

【図1】固定界磁マグネットと回転する電機子コイルと整流子の展開図

【図2】固定界磁マグネットと回転する電機子コイルと整流子の他の実施例の展開図

【図3】Y結線とデルタ結線の電機子コイルの説明図

【図4】図1の回転電機子の平面図

【図5】カップ型の回転電機子の断面図

【図6】図1のカップ型の回転電機子の電機子コイルの展開図

【図7】円板状の回転電機子の平面図

【図8】本発明装置の実施例の断面図

【図9】図8の回転電機子の平面図

【図10】図1のカップ型の電動機の界磁マグネットの平面図

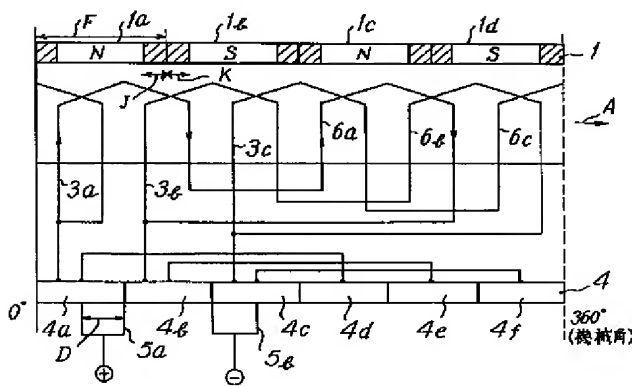
【図11】図2の偏平型の電動機の界磁マグネットの平面図

【0020】

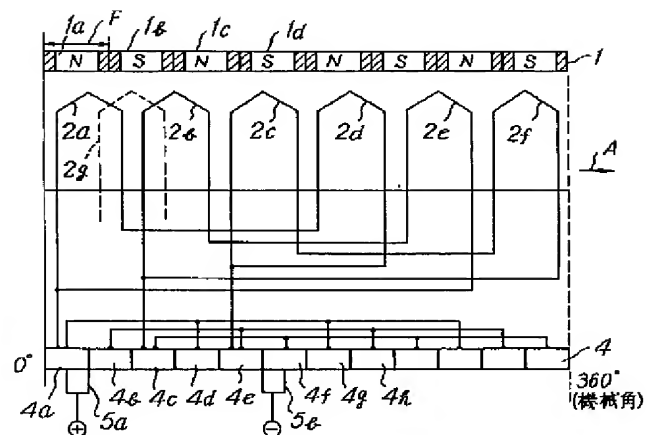
【符号の説明】

- 1, 1a, 1b, ... 界磁マグネットと磁極
- 2a, 2b, ..., 3a, 3b, ..., 6a, 6b, ..., 2c -
- 3 電機子コイル
- 4, 4a, 4b, ... 整流子と整流子片
- 5a, 5b 刷子
- 2a-1, 2b-1, ... 電機子コイル外周折曲部
- 12 回転軸
- 13a, 13b ボール軸受
- 14a, 14b 外筐
- 8, 15 回転電機子
- 7 カップ状回転電機子
- 16 外周突出部
- 17 軟鋼円筒

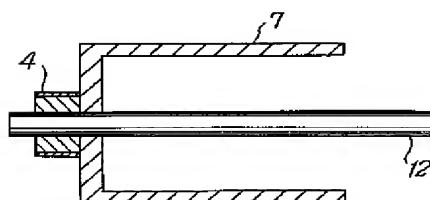
【図1】



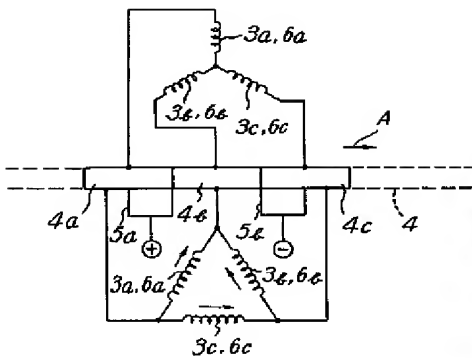
【図2】



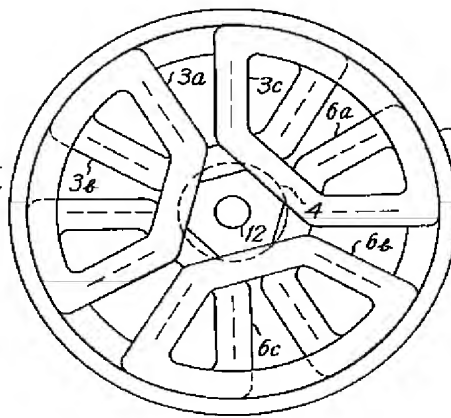
【図5】



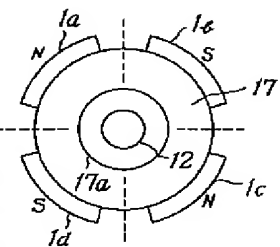
【図3】



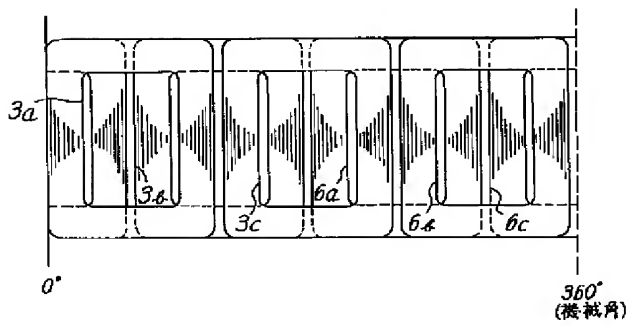
【図4】



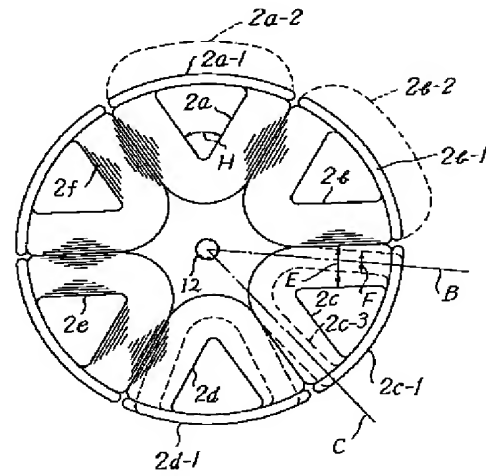
【図10】



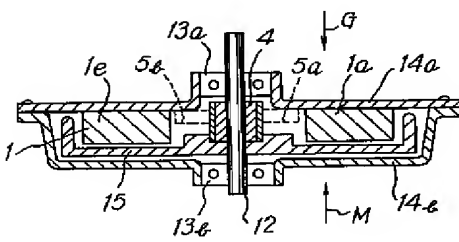
【図6】



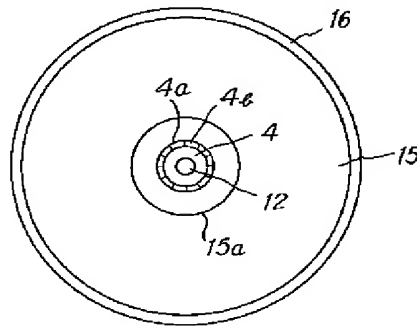
【図7】



【図8】



【図9】



【図11】

